Начало » Практика » Секреты самодельщика » LB3500 + LC7265. Цифровая шкала для УКВ/FM-…

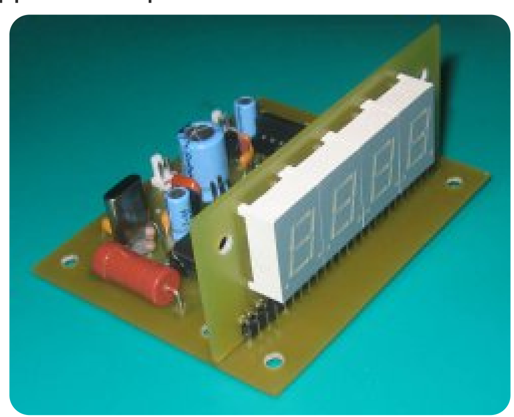
LB3500 + LC7265. Цифровая шкала для УКВ/FM-приёмника

23.09.11 vitsserg 80 566 15

Практика Секреты самодельщика

1. Что такое цифровая шкала?

В современных приёмниках и тюнерах есть много дополнительных сервисных устройств, которые упрощают процесс настройки на радиостанцию. Одним из таких устройств является **цифровая шкала**. Это, как правило, 4-5 разрядный цифровой индикатор, на котором отображается непосредственная частота принимаемой радиостанции.



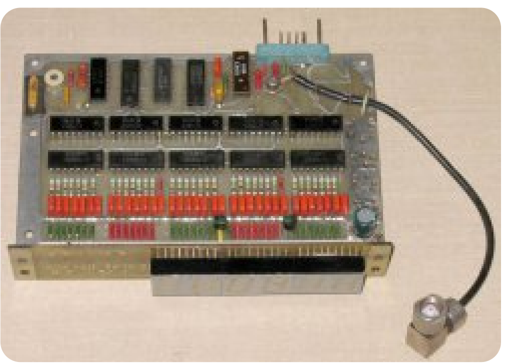
2. Как это работает?

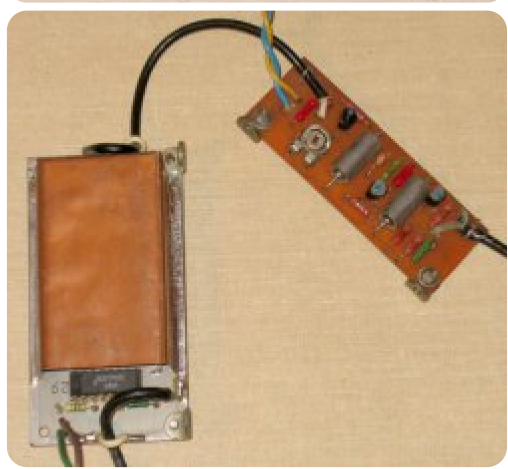
Для этого нужно немного вспомнить теорию супергетеродинного приёма. В таком приёмнике есть входной контур с УВЧ (усилителем высокой частоты), гетеродин и смеситель (или преобразователь, что суть одно и то же). **Гетеродин** – это встроенный ВЧ-генератор, который вырабатывает (генерирует) напряжение высокой частоты. Частота этого напряжения может быть выше или ниже частоты принимаемого сигнала на вполне определённую величину (обычно 6,5 или 8,4 или 10,7 МГц). Т.е., например, при настройке на станцию, которая работает на частоте 100,0 МГц (при частоте ПЧ = 10,7 МГц), гетеродин будет вырабатывать сигнал частотой 89,3 МГц (если его частота ниже частоты сигнала станции) или 110,7 МГц (если выше). Второй вариант на практике используется чаще.

Содержание / Contents

При перестройке по диапазону частота настройки УВЧ и гетеродина меняется одновременно. Для этого используется сдвоенный агрегат настройки (КПЕ, вариометр или варикапы). Принятый сигнал и сигнал от гетеродина подаются на смеситель, который выделяет разность этих частот. Эта частота называется промежуточной (ПЧ). Дальнейшее (основное) усиление принятого сигнала производится именно на ПЧ. Это упрощает конструкцию приёмника, так как не нужно делать перестраиваемые контуры, а основное усиление сигнала любой принятой станции производится на одной и той же частоте. Это основное преимущество супергетеродина.
Измерять непосредственно частоту принимаемого сигнала сложно, поскольку его величина очень незначительна и подвержена влиянию внешних факторов. А вот гетеродин – это «местный» генератор. Частоту и амплитуду вырабатываемого гетеродином напряжения можно стабилизировать (что и делается в хороших приёмниках), а раз они относительно стабильны, то и измерить их значительно проще. Вот именно для **измерения частоты гетеродина** и используется **цифровая шкала**.
Цифровая шкала – это, по сути, цифровой частотомер, но довольно «специфический». Например, если к гетеродину подключить «обычный» частотомер, то он нам покажет не частоту принимаемой станции, а частоту самого гетеродина. Пользоваться такой шкалой будет неудобно, так как придётся «в уме» отнимать (или прибавлять) величину ПЧ к показаниям индикатора. Что бы не обременять радиослушателя такими «математическими вычислениями», их производят непосредственно в самой цифровой шкале. В этом и заключается её «специфика».
Как это происходит? В общем-то, довольно просто – с помощью предустановки (предварительной записи) значения частоты ПЧ в микросхемы счётчика в начале каждого цикла измерения. Так, при частоте ПЧ = 10,7 МГц и при условии, что частота гетеродина выше частоты принимаемой станции, в счётчики предварительно записывается число «9893». В приведённом выше примере частота, вырабатываемая гетеродином, будет 110, 7 МГц. Подаём этот сигнал на вход счётчика (естественно, предварительно поделив её на 100 000). Он сначала отсчитает 107 импульсов (это частота ПЧ), что приведёт

к «обнулению» предустановленных счетчиков и далее они начнут считать непосредственно частоту станции «как бы» с нуля. Вот и весь «фокус». Именно на таком принципе работает ЦШ на дискретных элементах, которую я построил ещё в 90-е годы. В основе – схема ЦШ тюнера «Ласпи-005», которая была основательно переделана. Для её изготовления потребовалось 18 ИМС, в том числе 3 шт. — из серии К500 (ЭСЛ-логика), большое количество «обвязки», сложная печатная плата.





↑ 3. Комплект ИМС LB3500 + LC7265

В то же время, уже тогда существовали ИМС иностранных фирм, которые позволяли построить очень простую ЦШ с использованием всего 1…2 корпусов микросхем. Понятное дело, что в то время они были недоступны. Один из таких «комплектов» выпустила фирма **Sanyo**. Он состоит из микросхемы прескалера (предварительного делителя частоты на «8») **LB3500** и, собственно, ИМС ЦШ **LC7265**. Существует так же «модификация» этой ИМС – **LC7267**, которая, кроме ЦШ, содержит ещё и электронные часы.
Но цоколёвка у этих ИМС совершенно разная. Этот комплект использовался в автомагнитолах и бытовой аудиоаппаратуре. В настоящее время эти ИМС являются сильно устаревшими. Тем не менее, их до сих пор можно купить в магазинах, стоят они относительно недорого и позволяют построить простую, хорошо работающую ЦШ для лампового или полупроводникового УКВ приёмника. Эта же ИМС может работать и с АМ приёмником, но эта функция в данной конструкции не реализована и не проверялась автором на практике.

↑ LB3500

Делитель частоты на «8». Рекомендуемое напряжение питания + 4,5 … 5,5 В. Максимальное напряжение питания +8 В. Может работать в диапазоне частот от 30 до 150 МГц. Диапазон входных напряжений ВЧ – от 100 до 600 мВ. Потребляемый ток 16 … 24 мА. Выполнена в корпусе SEP9 (однорядный, 9 ножек с шагом 2,54 мм).
От себя добавлю, что некоторые экземпляры этой ИМС довольно капризны к напряжению питания и начинают нормально работать только при напряжении +5,5 … 6,0 В. Именно поэтому на плате для неё разведён отдельный регулируемый стабилизатор на ИМС **LM317LZ**.

↑ LC7265

Цифровая шкала для АМ/ЧМ приёмников. Рекомендуемое напряжение питания + 4,5 … 10 В. Максимальное напряжение питания +11 В. Может работать в диапазоне частот от 1 до 18 МГц (по входу ЧМ) и от 0,5 до 3 МГц (по входу АМ). Входное напряжение ВЧ (по всем входам) – не более 0,9 Uпит. Максимальная потребляемая мощность – 550 мВт. Выполнена в корпусе DIP42S (двухрядный, 42 ножки с шагом 1,778 мм).

К ИМС можно подключить 4 или 5 семисегментных светодиодных индикаторов с **общим анодом** для отображения частоты. Индикация статическая (ножки 1-5, 23-34, 36-42), а так же индикаторы КГц и МГц (ножки 7 и 6). Выходы на индикаторы сделаны на полевых транзисторах с открытым стоком, максимальный ток нагрузки для каждого сегмента – 15 мА, для выходов, к которым подключаются сразу 2 сегмента – 30 мА. Это позволяет подключить к ним большинство современных индикаторов без ключей на транзисторах. Достаточно подобрать токоограничивающие резисторы.

В режиме ЧМ на индикаторе может отображаться частота от 00,00 МГц до 199,95 МГц (если подключено 5 индикаторов) или до 199,9 МГц (если 4 индикатора) с шагом 50 КГц. В режиме АМ – от 000 КГц до 1999 КГц с шагом 1 или 10 КГц. Если подключено 5 индикаторов, то в режиме ЧМ в младшем разряде будет отображаться либо «0», либо «5» (десятки КГц). Устанавливать этот индикатор, как мне кажется, совершенно не нужно. На схеме он обведён пунктиром, а на плате не разведён.
Переключение режимов АМ/ЧМ осуществляется подачей на 20-ю ножку «0» (АМ) или «1» (ЧМ). Входы для АМ и ЧМ раздельные (ножки 9 и 8).

Для работы встроенного тактового генератора к ИМС подключается кварц на 7,2 МГц (ножки 18 и 19). Так же имеется выход 50 Гц (22 ножка) с делителя частоты, который можно использовать, например, для ИМС часов. (Многие дешёвые импортные ИМС часов используют для этого частоту сети 50 или 60 Гц и не отличаются высокой точностью хода).

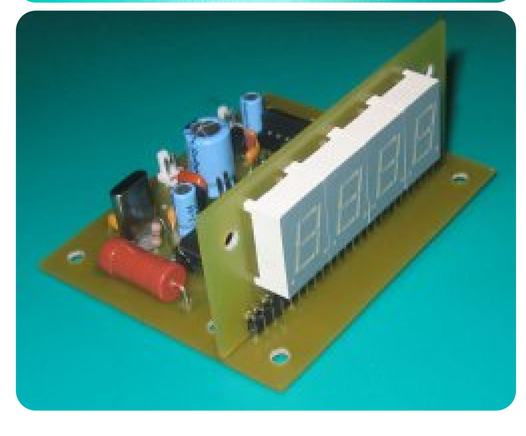
Есть два служебных входа. HLD (16 ножка) – удержание. Если подать на него «0», то показания дисплея не будут меняться, хотя сама ЦШ продолжает работать. Можно использовать, например, во время автоматической настройки приёмника. BLC (17 ножка) – гашение дисплея. Можно использовать, например, при включении, пока не закончатся все переходные процессы. Или при использовании этого же индикатора совместно с другой ИМС, например, часов (при условии, что у часовой ИМС выходы сделаны с открытым стоком и то же есть режим BLC).

Наконец, имеется 5 выводов для установки частоты ПЧ: 3 вывода для ЧМ и 2 вывода для АМ (ножки с 11 по 15). Используя таблицы, приведённые в datasheet, можно в небольших пределах «подстроить» величину частоты ПЧ (для ЧМ – от 10,675 до 10,75 МГц), а так же выбрать «знак» — прибавлять или отнимать частоту ПЧ. Это нужно для случаев, когда УПЧ настроен не точно на 10,7 МГц. А «знак» — для случаев, когда частота гетеродина выше или ниже частоты сигнала станции.

↑ 4. Практическая реализация ЦШ. Эксперименты

В Интернете и радиолюбительской литературе можно найти много различных схем ЦШ на основе этого комплекта. Все они были тщательно изучены и проанализированы. С не меньшим вниманием были изучены справочные листки (datasheet) на эти ИМС. На основании этого был разработан и изготовлен первый вариант ЦШ.





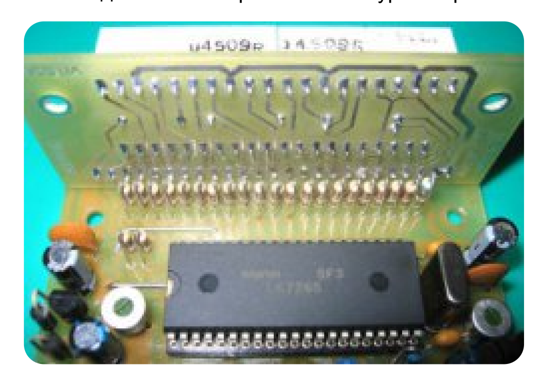
Именно на этой плате я проверял многие найденные схемотехнические решения, пробовал различные варианты «обвески» обеих микросхем, нашел несколько ошибок и неточностей, которые «кочуют» по Инету из статьи в статью (честное слово, иногда казалось, что авторы никогда «живьём» эти микросхемы не видели…), экспериментировал с буферным каскадом. Именно здесь обнаружил, что некоторые экземпляры LB3500 довольно «капризны» к напряжению питания, что общий токоограничивающий мощный резистор лучше заменить отдельными резисторами на каждый сегмент индикатора, что бы устранить неприятное мерцание при смене показаний шкалы… Одним словом, эта плата была «полигоном», на котором отрабатывались многие решения, которые впоследствии вошли в окончательный вариант. Цена за все «эксперименты» — одна «убитая» LC7265 и две «убиенных» LB3500

↑ 5. Окончательный вариант

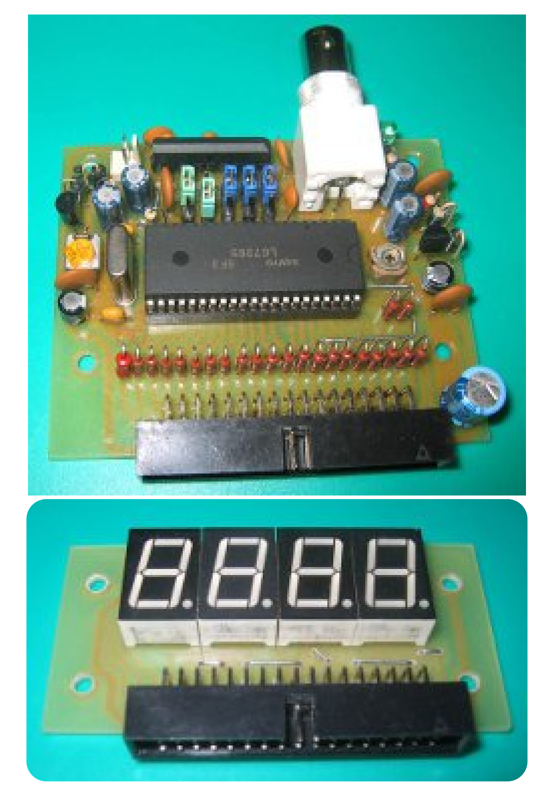
На основании «экспериментов», был разработан окончательный вариант схемы ЦШ. Основная задача, которая при этом ставилась – сделать ЦШ, в которой были бы учтены все недостатки первоначальных вариантов, максимально универсальную, компактную, с минимальным количеством соединительных проводов, с возможностью подстройки напряжения питания отдельно для каждой ИМС. В результате «родилась» вот такая схема (см. ниже).
Для неё были разработаны **два варианта печатных плат**.

В первом варианте плата индикаторов «жёстко» крепится перпендикулярно основной плате с помощью гребёнки-уголка с шагом 2,54 мм.





Во втором варианте плата индикаторов соединяется с основной платой при помощи шлейфа. Это позволяет разместить платы в разных местах, что бывает очень полезным при конструировании передней панели приёмника.



Одно из самых нелюбимых моих занятий — распаивать шлейфы. Поэтому, что бы избежать этой неприятной операции, использованы 34-контактные разъемы и готовые компьютерные шлейфы от НГМД («флоппиков» FDD). Этого «добра» сейчас хватает у любого компьютерщика, а даже если покупать, то стоит это все очень недорого.

Используется та часть шлейфа, где провода в середине не перекручены. Так же стоит обратить внимание на 3-й контакт — в некоторых шлейфах он «заглушен» пластиковой вставкой («защита от дурака») и используется как дополнительный ключ. Излишки обрезаем обычными ножницами. Если длина шлейфа все равно велика, то покупаем «маму на кабель» и укорачиваем его до нужной длины. Разъемы («папы») на платы можно выпаять из плат старых FDD, а можно и прикупить, благо они стоят очень

недорого. Они бывают прямые и угловые, с защелками и без. Поэтому выбираем то, что больше нравится или подходит по конструкции.

В остальном оба варианта ничем не отличаются, имеют абсолютно одинаковые схемы и применяются одинаковые типы деталей.

Исключён фрагмент. Полный вариант статьи доступен меценатам и полноправным членам сообщества. Читай условия доступа.

↑ Несколько замечаний по схеме

В ней устранены все недостатки, которые замечены мной в других схемах.

Исключён фрагмент. Полный вариант статьи доступен меценатам и полноправным членам сообщества. Читай условия доступа.

↑ 6. Немного о деталях

Исключён фрагмент. Полный вариант статьи доступен меценатам и полноправным членам сообщества. Читай условия доступа.

Для изготовления плат использовался импортный односторонний фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5 мм. Платы изготовлены по ЛУТ. После травления и обрезки «в размер», просверлены все отверстия, дорожки зачищены «нулёвкой», обезжирены спиртом и полностью залужены.

Исключён фрагмент. Полный вариант статьи доступен меценатам и полноправным членам сообщества. Читай условия доступа.

↑ 7. Сборка и налаживание

Сборка никаких особенностей не имеет. После монтажа, перед первым включением, желательно очистить платы от наплывов канифоли и промыть спиртом или ацетоном. Внимательно осмотреть пайку, особенно ИМС LC7265, поскольку расстояние между ножками у неё маленькое. Потом, не устанавливая ИМС шкалы, подать на платы +12 В (БП должен обеспечивать ток не менее 250 … 300 мА) и на обоих стабилизаторах выставить напряжения +5 В. Выключить БП, установить обе ИМС и включить снова. На индикаторе будет светиться какое-то число (обычно 111,4 … 112,9 МГц). Если есть ВЧ-генератор (например, Г4-116), то можно подать на вход шкалы напряжение частотой 100 МГц и амплитудой 0,3 … 0,5 В. При этом на индикаторе должно отобразиться число 89,3 (при условии, что все джамперы ЧМ установлены в «0»). При частоте генератора 110,7 МГц, на индикаторе будет отображаться

«100,0».

↑ 8. Немного о подключении цифровой шкалы к приёмнику

Для проверки работы шкалы в «реальных» условиях проще всего использовать готовый блок УКВ, у которого есть выход на ЦШ (обычно на импортных схемах и блоках он обозначается как «OSC»). Например, типа KCF-201. Такие блоки широко использовались в импортных автомагнитолах в 80-90 годах. Практически все они имеют одинаковую «распиновку», найти их несложно:

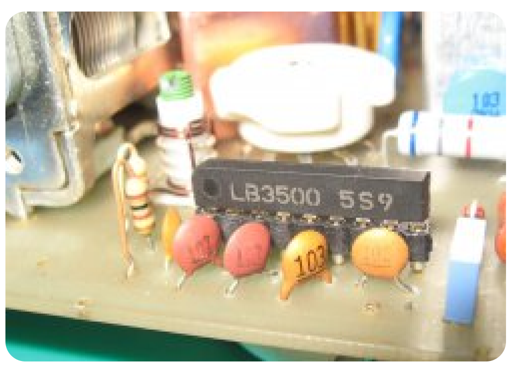


Исключён фрагмент. Полный вариант статьи доступен меценатам и полноправным членам сообщества. Читай условия доступа.

Шкала будет работать при подключении к этому блоку и без буферного каскада – он уже установлен в этом блоке УКВ штатно. Нужно собрать простейшую схему (Рис. 16, расположение выводов указано при виде на блок сзади), выход «OSC» блока УКВ соединить коаксиальным кабелем со входом ЦШ и подать питание. Выход «To IF AMP» («К усилителю ПЧ») можно никуда не подключать, как и вход АРУ («AFC»). Таким способом можно легко убедиться в работоспособности шкалы, перестраивая блок с помощью переменного резистора на 47 … 100 КОм от начала до конца диапазона.

В других же случаях подключение шкалы к блоку УКВ – это отдельная тема. Задача, на самом деле, непростая. Дело в том, что шкала обладает своим входным сопротивлением и входной ёмкостью. Поэтому, при подключении шкалы к гетеродину приёмника, мы внесём дополнительную ёмкость в гетеродин, изменим режим его работы и сместим диапазон («вниз»), в котором он генерирует. Что бы минимизировать это влияние (но не устранить полностью), между гетеродином и ЦШ необходимо включить буферный каскад – эмиттерный или истоковый повторитель, который обладает большим входным и малым выходным сопротивлениями и имеет маленькую входную ёмкость. В любом случае, подстраивать гетеродин придётся. Желательно разместить буферный каскад в непосредственной близости от гетеродина, на отдельной маленькой платке, а уже к ней подключить

провода, идущие к ЦШ. Если приёмник разрабатывается «с нуля», то имеет смысл недалеко от гетеродина разместить и прескалер LB3500, а на ЦШ подавать уже сигнал с частотой, поделенной на «8». Именно так я поступил в самодельном ламповом блоке УКВ:



Универсальные рекомендации здесь дать сложно. Простую схеку буферного каскада можно «подсмотреть», например, в книге: Б.Ю. Семёнов «Современный тюнер своими руками», «Солон-Р», М., 2001 г, стр. 183. Это узел R5R6R7VT1C5 на полевом транзисторе КП303. Я проверял работу этого каскада с однокристальными приёмниками на микросхемах **TEA5710** и **CXA1238**. В обоих случаях всё работало прекрасно. Пришлось только немного подстроить частоту гетеродина.

К сожалению, для приёмников, у которых частота ПЧ отличается от 10,7 МГц (например, как в старых советских ламповых приёмниках с их ПЧ = 8,4 или 6,5 МГц) эта шкала не годится. Хотя в Интернете мне встречались варианты доработки шкалы на этой ИМС для приёмников с ПЧ = 500 КГц (в режиме АМ). Там автор просто подобрал кварц с другой частотой. Не знаю, насколько корректно при этом будет работать ИМС, но такой вариант существует.

↑ Файлы

Чертежи всех печатных плат в формате .lay

▼ Файловый сервис недоступен. Зарегистрируйтесь или авторизуйтесь на сайте.